

## 低い漏れ電流と高い容量密度を両立したアナログ LSI 向けのキャパシタ技術を開発 アルミニウムを添加した酸化ハフニウムの採用で、素子面積を約 1/6 に小型化可能

日立製作所(執行役社長:古川 一夫/以下、日立)は、このたび、無線通信機器などで用いられるアナログ LSI 向けに、低い漏れ電流と高い容量密度<sup>\*1)</sup>を両立した MIM Metal(金属)-Insulator(容量絶縁膜)-Metal(金属) キャパシタ<sup>\*2)</sup>技術を開発しました。

本技術は、容量絶縁膜として、アルミニウムを添加した酸化ハフニウムを用いることが特徴です。これにより、漏れ電流を低く抑えたままで、現行製品と比較して約 6 倍の容量密度を達成でき、素子面積を約 1/6 に小型化することが可能です。さらに、素子面積の小型化により、寄生容量が減少するため、低消費電力化にもつながります。今後、携帯電話をはじめとする無線通信機器の市場拡大が予想されるなか、アナログ LSI のさらなる高性能化、低消費電力化に寄与する技術です。

携帯電話や無線 LAN に代表される通信機器の高機能化には、無線の送受信などを担うアナログ LSI の高性能化が不可欠となります。アナログ LSI には、コンバータや発振回路を構成する多数のキャパシタ素子が使用されており、その高性能化には、キャパシタの容量密度の向上による素子面積の削減や低損失化が必須です。

近年、キャパシタの素子構造として、抵抗成分が小さく、容量密度を高めやすい MIM 構造が用いられており、容量絶縁膜には比誘電率が約 7 の窒化シリコンが広く使用されています。今後、さらに容量密度を向上させるためには、窒化シリコン膜の薄膜化が必要ですが、一方で、漏れ電流の増大や信頼性劣化を招くため、その実現は困難となっています。また、窒化シリコンに替わる材料として、比誘電率が 15 の酸化ハフニウムを用いた報告例がありますが、アナログ LSI に適用するには、十分な信頼性データを得られてはいませんでした。

そこで、日立では、酸化ハフニウムを用いた MIM キャパシタの信頼性データを得るべく、上部電極と下部電極の間に一定の電圧を印加し続けた場合の特性変化を詳細に調査しました。その結果、キャパシタの性能指標となる容量密度や誘電損失、ならびに容量値が電圧、温度に依存して変化する程度(リニアリティ<sup>\*3)</sup>)が電気的なストレスによって変動することを見出し、これにより、MIM キャパシタの特性劣化が引き起こされることを明らかにしました。

さらに、アルミニウムを添加した酸化ハフニウムを用いることで、特性劣化の抑制が可能であることを見出すとともに、その添加量を最適化することで、酸化ハフニウムが結晶化することを防止し、結晶化に起因する漏れ電流を低減できることも確認しました。

本技術を用いて試作した MIM キャパシタは、動作電圧 2.5V において、漏れ電流が  $8.7 \times 10^{-10}$  A/cm<sup>2</sup>、容量密度が 10.3 fF/μm<sup>2</sup> であり、これまでに報告された同程度の容量密度をもつ MIM キャパシタと比較し、一桁程度低い漏れ電流となりました。また、現行製品の窒化シリコンを用いた MIM キャパシタと比べ、素子面積を約 1/6 に小型化でき、アナログ LSI への高集積化を可能とします。さらに、キャパシタ面積の小型化により、寄生容量が減少するため、周波数 5GHz 帯ではエネルギー損失が約 2 割低減することをシミュレーションにて確認し、消費電力の削減に寄与することも判明しました。

本技術は、アナログ LSI のさらなる高性能化、低消費電力化に寄与するキャパシタ技術として、今後、LSI 化を進め、完成度を高めていく予定です。

なお、本成果は、12月11日から米国サンフランシスコで開催されている電子デバイスに関する国際会議「2006 International Electron Devices Meeting」にて発表します。

#### 用語

- 1)容量密度: キャパシタ面積あたりの容量値。誘電体の誘電率をその膜厚で割った値に比例するため、容量密度を増加するためには、高誘電率材料の採用、または誘電体を薄膜化する必要がある。
- 2)MIM キャパシタ: MIM(金属(Metal): 容量絶縁膜(Insulator): 金属(Metal))キャパシタ。  
電極材料に電気抵抗の低い金属材料を使用することで、電極部分の寄生抵抗を削減することができるため、電極に他結晶シリコンを用いる従来のキャパシタと比較し、伝送損失を減らすことができる。
- 3)リニアリティ: キャパシタの性能指標のひとつ。おもなものとして、容量値の電圧依存性を表す電圧リニアリティ、容量値の温度依存性を表す温度リニアリティなどがある。

#### 照会先

株式会社 日立製作所 中央研究所 企画室 [担当:花輪、木下]

〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

電話 042-327-7777(ダイヤルイン)

以上

---

このニュースリリース記載の情報(製品価格、製品仕様、サービスの内容、発売日、お問い合わせ先、URL 等)は、発表日現在の情報です。予告なしに変更され、検索日と情報が異なる可能性もありますので、あらかじめご了承ください。

---